

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
9 septembre 2005 (09.09.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2005/082666 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **B60M 3/06**

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2005/000422

(22) Date de dépôt international :

23 février 2005 (23.02.2005)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0401802

23 février 2004 (23.02.2004)

FR

(71) Déposant et

(72) Inventeur : **AFRIAT, Hervé** [FR/FR]; 5, rue Gazan,  
F-75014 Paris (FR).

(74) Mandataire : **CABINET JOLLY**; 54, rue de Clichy,  
F-75009 Paris (FR).

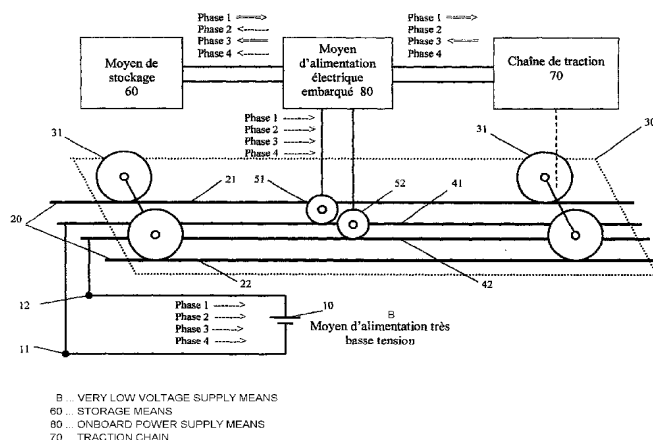
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM FOR SUPPLYING VERY LOW VOLTAGE ELECTRICAL ENERGY FOR AN ELECTRICAL TRACTION VEHICLE COMPRISING AN ONBOARD STORE OF ENERGY

(54) Titre : SYSTEME D'ALIMENTATION EN ENERGIE ELECTRIQUE A TRES BASSE TENSION POUR VEHICULE A TRACTION ELECTRIQUE A STOCKAGE D'ENERGIE EMBARQUE



(57) Abstract: The invention relates to a system for supplying very low voltage electrical energy for at least one electric traction vehicle (30) running on a track (20), and comprising: at least one very low voltage electric power system (10) installed directly next to the track (20); two parallel power supply rails (41, 42) or the like, that are adjacent or distant, a first rail (41) being connected to a terminal (11) of said power supply means (10) and the second rail (42) being connected to another terminal (12) of said power supply means (10); at least one onboard means for storing electrical energy (60) in the vehicle; and at least one onboard power supply means (80) that is joined to the means for collecting electrical energy (51, 52), and is connected both to the storage means (60) and the traction chain (70), such that the very low voltage power supply means (10) feeds the onboard power supply means (80) which, in turn, feeds the storage means (60) so that it stores electrical energy, to its full capacity, in the successive rolling phases.

(57) Abrégé : L'invention concerne un système d'alimentation en énergie électrique à très basse tension pour au moins un véhicule à traction électrique (30) circulant sur une voie (20) et comprenant : - au moins un moyen d'alimentation électrique à très basse tension (10) installé à proximité immédiate de la

[Suite sur la page suivante]



WO 2005/082666 A1



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

voie (20), - deux rails d'alimentation électrique (41, 42) ou éléments d'alimentation électrique analogues, parallèles entre eux, contigus ou distants, dont un premier (41) est relié à une borne (11) dudit moyen d'alimentation électrique (10) et le deuxième (42) est relié à une autre borne (12) dudit moyen d'alimentation électrique (10), - au moins un moyen de stockage d'énergie électrique (60) embarqué dans le véhicule, et - au moins un moyen d'alimentation électrique embarqué (80) qui est relié audits moyens collecteurs d'énergie électrique (51, 52), et qui est connecté d'une part audit moyen de stockage (60) et d'autre part à ladite chaîne de traction (70), en sorte que ledit moyen d'alimentation électrique à très basse tension (10) alimente ledit moyen d'alimentation électrique embarqué (80), celui-ci alimentant à son tour ledit moyen de stockage (60) afin qu'il emmagasine de l'énergie électrique, jusqu'à concurrence de sa capacité, dans les phases successives de roulement.

**Système d'alimentation en énergie électrique à très basse tension  
pour véhicule à traction électrique à stockage d'énergie embarqué**

5      DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un système d'alimentation en énergie électrique à très basse tension pour véhicule à traction électrique à stockage d'énergie embarqué.

10     ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

On entend par très basse tension, des tensions de l'ordre de quelques dizaines de volts par opposition aux systèmes d'alimentations traditionnels des tramways et des trolleybus dans lesquels l'alimentation se fait avec des tensions de plusieurs centaines de volts.

15       Ces dernières années, le tramway, alimenté par des lignes aériennes de contact, revient en ville en raison de ses nombreux avantages, notamment celui de permettre un trafic important et régulier de voyageurs, d'être en surface et de ne pas émettre de gaz d'échappement.

20       Il en est de même des véhicules à pneus à traction électrique, comme le trolleybus.

Cependant, la présence des lignes aériennes de contact, qui alimentent électriquement ces véhicules présentent des inconvénients parmi lesquels :

- 25       - des dangers liés à la présence d'une tension de près de 1000 V à quelques mètres au-dessus du sol en zone à forte densité humaine,
- des contraintes d'accès pour les véhicules pompiers,
- des contraintes liées au franchissement des carrefours, la
- 30       hauteur des lignes aériennes devant y être au minimum à 6 mètres au-dessus du sol,
- l'aspect inesthétique produit par des lignes aériennes en pleine ville, etc.

35       Pour s'affranchir des lignes aériennes, il existe différentes solutions.

L'une de ces solutions consiste à utiliser la tension traditionnelle d'alimentation des tramways, de 750 V à de près de 1000 V continu,

l'alimentation du véhicule se faisant par une portion de ligne électrique qui, elle-même, n'est alimentée par le sol que lorsque le véhicule se trouve au-dessus de ladite portion.

5 Une autre solution consiste à équiper le véhicule d'un dispositif de stockage d'énergie lui conférant une certaine autonomie entre les stations, la recharge s'effectuant quand le véhicule s'arrête à des stations spécialement conçues à cet effet.

10 Une autre solution, décrite dans le brevet FR 2 825 666, consiste à utiliser un véhicule conçu pour être alimenté directement par les rails à faible niveau de tension n'excédant pas 60V en tension continue ou 25V en tension alternatif.

Toutefois, ces trois solutions ne sont pas entièrement satisfaisantes.

15 Dans la première solution, outre un surcoût non négligeable lié à l'installation d'une ligne électrique souterraine, le risque majeur lié à la tension reste présent et doit être éliminé par la révision régulière et rigoureuse des systèmes de sécurité qui doivent rester fiables malgré l'usure, les variations climatiques, etc.

20 Dans la seconde solution, des difficultés apparaissent en raison des performances encore moyennes des dispositifs de stockage, qu'ils soient à base de batteries d'accumulateurs ou d'hyper-condensateurs.

25 Quant à la troisième solution, qui en fait reprend le principe du train électrique miniature alimenté directement par les rails en très basse tension, d'une part, la puissance instantanée disponible restant modeste, une limitation apparaît du fait que le véhicule ferroviaire ne peut excéder quelques tonnes.

30 D'autre part, une nouvelle conception mécanique du véhicule ferroviaire devient nécessaire afin de ne pas mettre les voies en court-circuit, entraînant de ce fait une incompatibilité avec les circuits de voies traditionnels.

35 Par ailleurs, pour fonctionner, le tramway traditionnel à caténaire nécessite plusieurs sous-stations, nommées postes de redressement, chargées de fournir une alimentation de plusieurs centaines, voire milliers d'ampères sous une tension de 750 V continu. Lesdits postes de redressement sont disposés le long de la ligne toutes les trois, quatre ou cinq stations d'arrêt. La puissance installée est habituellement de l'ordre du mégawatt par poste de redressement. De plus, lesdits postes

de redressement occupent une surface et un volume qui sont loin d'être négligeables, et constituent quelquefois un véritable casse-tête pour les ingénieurs pour leur trouver un emplacement disponible. En outre, compte tenu du prix généralement élevé du m<sup>2</sup> en ville, ces postes de redressement peuvent être particulièrement coûteux.

#### BUT DE L'INVENTION

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients et propose à cet effet un système d'alimentation en énergie électrique à très basse tension pour véhicule à traction électrique à stockage d'énergie embarqué, qui soit satisfaisant sur le plan de la capacité de transport des voyageurs, de la sécurité vis-à-vis des risques électriques et de l'efficacité énergétique.

Un autre but de la présente invention est de réduire sensiblement les contraintes liées aux postes de redressement traditionnels.

Un autre but est de simplifier sensiblement l'infrastructure d'une ligne de transport de type tramway ou trolleybus.

#### RESUME DE L'INVENTION

L'invention concerne un système d'alimentation en énergie électrique à très basse tension pour au moins un véhicule à traction électrique circulant sur une voie, ledit véhicule étant équipé de roues et roulant sur ladite voie, et d'au moins une chaîne de traction agissant sur les roues et comprenant, de façon connue en soi, au moins un moteur électrique et sa commande,

ledit système d'alimentation étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins un moyen d'alimentation électrique à très basse tension installé à proximité immédiate de la voie,

- deux éléments d'alimentation électrique linaires parallèles entre eux, contigus ou distants, dont un premier est relié à une borne dudit moyen d'alimentation électrique et le deuxième est relié à une autre borne dudit moyen d'alimentation électrique,

- au moins un premier moyen collecteur d'énergie électrique embarqué dans le véhicule et placé en contact mobile avec ledit premier élément d'alimentation linéaire,

- au moins un second moyen collecteur d'énergie électrique également embarqué dans le véhicule et placé en contact mobile avec ledit second élément d'alimentation linéaire,

5       - au moins un moyen de stockage d'énergie électrique embarqué dans le véhicule, et

- au moins un moyen d'alimentation électrique embarqué qui est relié audits moyens collecteurs d'énergie électrique, et qui est connecté d'une part audit moyen de stockage et d'autre part à ladite chaîne de traction.

10       Et grâce à ce système d'alimentation selon l'invention, ledit moyen d'alimentation électrique à très basse tension alimente ledit moyen d'alimentation électrique embarqué, celui-ci alimentant à son tour ledit moyen de stockage afin qu'il emmagasine de l'énergie électrique, jusqu'à concurrence de sa capacité. Cette alimentation se fait dans les phases  
15       successives suivantes :

a) pendant la phase de course sur l'erre sur du plat où la puissance demandée par la chaîne de traction est modeste voire nulle,

b) pendant la phase de freinage où il y a en outre une récupération d'énergie électrique à partir de la chaîne de traction,

20       c) et pendant la phase d'arrêt où la puissance demandée par la chaîne de traction est nulle, et

le système d'alimentation électrique selon l'invention utilise, non seulement l'énergie prélevée sur le moyen d'alimentation à très basse tension, mais aussi l'énergie électrique qui a été emmagasinée lors  
25       desdites phases (a, b, c) dans ledit moyen de stockage pour alimenter la chaîne de traction pendant la phase de démarrage ou lors d'une pente à monter où la puissance demandée par la chaîne de traction est relativement importante, ou dans une erre hors alimentation, et également l'énergie du moyen d'alimentation à très basse tension dans  
30       les autres phases de déplacement.

L'alimentation par les éléments d'alimentation linéaires, à partir d'un moyen d'alimentation à très basse tension ne présente pas de risque électrique pour les personnes et permet, compte tenu desdites  
35       phases de fonctionnement du véhicule de transport, de type tramway et trolleybus en particulier, d'emmagasiner suffisamment d'énergie électrique dans le moyen de stockage, pourvu à cet effet d'une capacité

adéquate, pour couvrir les plus grosses demandes d'énergie électrique de la chaîne de traction.

Les éléments d'alimentation électrique linéaires peuvent être constitués par des rails, des câbles, des tiges ou analogues.

5 Lesdits rails ou éléments linéaires conducteurs électriques sont avantageusement disposés sur le sol, isolés électriquement, parallèles et distincts l'un de l'autre ou contigus.

10 Selon une première variante du système selon l'invention, appliquée aux tramways roulants sur des rails de roulement, lesdits rails d'alimentation linéaires sont distincts des rails de roulement. Cette configuration est dite à quatre rails.

Selon une seconde variante du système selon l'invention pour la même application, lesdits rails d'alimentation sont confondus avec les rails de roulement. Cette configuration est dite à deux rails.

15 Selon une troisième variante du système selon l'invention pour cette application, l'un des rails d'alimentation est électriquement confondu avec au moins un des rails de roulement tandis que l'autre rail d'alimentation est électriquement distinct des rails de roulement. Cette configuration est dite à trois rails.

20 Selon une particularité du système selon l'invention, ledit moyen d'alimentation à très basse tension est constitué par plusieurs postes d'alimentation indépendants à très basse tension installés le long de la voie, soit entre les rails, soit latéralement à proximité des rails.

25 Lesdits postes d'alimentation indépendants à très basse tension peuvent être installés le long de la voie au moins à chaque station d'arrêt et peuvent éventuellement être reliés entre eux en cas de besoin par exemple si l'un d'entre eux n'était plus alimenté.

30 Selon une autre particularité du système, ledit moyen de stockage comporte des batteries d'accumulateurs et des hypercondensateurs combinés, et est dimensionné de façon à couvrir la demande la plus importante en énergie de la chaîne de traction, à savoir un démarrage du véhicule suivi d'une pente à monter.

35 Selon une autre particularité du système, le moyen d'alimentation électrique embarqué comporte au moins un dispositif calculateur pilotant la distribution d'énergie du moyen de stockage à la chaîne de traction, et notamment la recharge des hyper-condensateurs, leur décharge sélective en fonction de la demande d'énergie, des séquences

de roulement et des pertes en ligne, et la récupération d'énergie de freinage du véhicule par le moyen de stockage depuis le moteur de la chaîne de traction commuté en génératrice

5 La tension délivrée par le moyen d'alimentation électrique à très basse tension peut être de 48 V continu. Avantageusement l'un des rails est porté au potentiel +24V, l'autre -24V continu par rapport au potentiel de la terre mais la tension peut être adaptée au véhicule et à la configuration de la voie.

10 Par exemple, lorsque les rails sont enfouis pour être hors de portée de la main de l'homme, la tension du moyen d'alimentation électrique peut atteindre la valeur de 120V, l'un des rails étant au potentiel + 60V et l'autre - 60V par rapport au potentiel de la terre.

15 Naturellement, le système d'alimentation selon l'invention alimente également les accessoires auxiliaires du véhicule, tels l'éclairage, le chauffage, la climatisation, etc....

#### DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention est illustrée ci-après à l'aide d'exemples de réalisation non limitatifs et en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

20 la figure 1 représente un schéma fonctionnel d'un mode de réalisation du système d'alimentation selon l'invention appliqué à un tramway ;

25 les figures 2a, 2b et 2c illustrent graphiquement différentes puissances instantanées, respectivement, dans la chaîne de traction, dans le moyen de stockage et dans le moyen d'alimentation très basse tension au fur et à mesure du déroulement d'un trajet ;

30 la figure 3 représente une variante du système d'alimentation selon l'invention utilisant un poste d'alimentation électrique à très basse tension placé à chaque stations d'arrêt et ce tout au long de la ligne ;

la figure 4 est un schéma de circuit du moyen d'alimentation électrique embarqué du véhicule,

35 et les figures 5a, 5b montrent des exemples de collecteur d'énergie électrique pour véhicules de traction électrique à pneus, de type trolleybus.



## DESCRIPTION DETAILLEE D' UN MODE DE REALISATION

La figure 1 représente une configuration du système d'alimentation selon l'invention, dite à quatre rails, pour un véhicule ferroviaire de type tramway. Ce système comprend un moyen d'alimentation électrique à très basse tension 10 installé à proximité immédiate d'au moins une voie ferrée 20, à deux rails de roulement 21, 22 sur laquelle se déplace le véhicule.

Entre les rails de roulement sont disposés deux rails d'alimentation électrique 41,42, parallèles entre eux, et aux rails de roulement, dont le premier 41 est relié à une borne 11 dudit moyen d'alimentation électrique et le deuxième 42 est relié à une autre borne 12 dudit moyen d'alimentation électrique.

Sur la voie ferrée circule un véhicule ferroviaire 30 qui comprend quatre roues 31 reliées audit véhicule. Dans le véhicule ferroviaire sont embarqués un premier moyen collecteur d'énergie électrique 51 et un second moyen collecteur d'énergie électrique 52, ces derniers étant placés en contact mobile (glissant) respectivement avec le rail 41 et le rail 42.

Dans le véhicule ferroviaire sont embarqués également un moyen de stockage d'énergie électrique 60, une chaîne de traction 70 et un moyen d'alimentation électrique embarqué 80 qui est relié audits moyens collecteurs d'énergie électrique 51, 52, et qui est électriquement connecté d'une part audit moyen de stockage 60 et d'autre part à ladite chaîne de traction 70.

Les figures 2a, 2b,2c illustrent le déroulement d'un trajet, entre une station de départ et une station d'arrivée. Ce trajet comprend quatre phases de fonctionnement successives :

- une phase de démarrage ou d'accélération, notée phase 1,
- une phase de croisière ou de course sur l'erre, notée phase 2,
- une phase de freinage ou de décélération, notée phase 3,
- et une phase d'arrêt à la station d'arrivée, notée phase 4.

La phase 1 est celle qui demande le plus d'énergie car le véhicule ferroviaire doit passer de l'arrêt à une vitesse de croisière. La puissance instantanée demandée par la chaîne de traction est importante, habituellement plusieurs centaines de kW pour un tramway ou un trolleybus, dans le cas présent 800 kW provenant pour 650 kW du

moyen de stockage 60 et pour 150 kW du moyen d'alimentation très basse tension 10.

La phase 2 est une phase de maintien de la vitesse. Dans cette phase, la puissance demandée par la chaîne de traction est  
5 normalement nulle sur un trajet plat et reste modeste même si on la maintient à une valeur suffisante pour vaincre les frottements.

La phase 3 est celle où au contraire il est possible de récupérer de l'énergie lors du freinage du véhicule jusqu'à l'arrêt. La puissance  
instantanée récupérée depuis la chaîne de traction peut être  
10 importante, de l'ordre de plusieurs centaines de kW pour un tramway ou un trolleybus, dans le cas présent 400 kW provenant de la chaîne de traction 70.

La phase 4 est celle de l'arrêt à la station pendant laquelle les voyageurs montent et descendent. Le moyen de stockage 60 termine sa  
15 recharge, comme représenté à l'instant  $t = 80s$  de la figure 2c. Pendant cette phase, le véhicule ne consomme pas d'énergie, exceptée celle qui est toujours nécessaire pour alimenter les auxiliaires du véhicule (éclairage, chauffage, climatisation, etc.).

Revenant sur la figure 1, on y a représenté des flèches simples et  
20 doubles montrant le sens des transferts d'énergie entre les différents éléments selon les différentes phases.

La phase 1 est la phase de démarrage. La chaîne de traction 70 demande beaucoup d'énergie représenté par une double flèche sortante du moyen d'alimentation 80 et orientée vers la chaîne de traction 70.  
25 Cette énergie provient principalement du moyen de stockage 60 représenté par une double flèche entrante dans le moyen d'alimentation 80 et secondairement du moyen d'alimentation à très basse tension 10 représenté par une flèche simple entrante dans le moyen d'alimentation 80.

30 La phase 2 est la phase de course sur l'erre durant laquelle la chaîne de traction ne demande pas d'énergie. Il n'y a donc pas de flèche vers la chaîne de traction, par contre la recharge du moyen de stockage s'effectue depuis le moyen d'alimentation 10 représenté par une flèche simple entrante dans le moyen d'alimentation 80 puis une autre flèche  
35 sortante du moyen d'alimentation 80 pour aller dans le moyen de stockage 60.

La phase 3 est la phase de freinage durant laquelle il y récupération d'énergie depuis la chaîne de traction 70 représenté par une double flèche entrante dans le moyen d'alimentation 80 et une autre double flèche entrante dans le moyen de stockage 60. La recharge du moyen de stockage 60 s'effectue ici principalement par la récupération d'énergie au freinage et secondairement par le moyen d'alimentation à très basse tension 10, représenté à la figure 1 par une flèche simple entrante dans le moyen d'alimentation 80.

La phase 4 est la phase d'arrêt à la station durant laquelle la recharge du moyen de stockage se termine et représenté par une flèche simple entrante dans le moyen d'alimentation 80 et entrante dans le moyen de stockage 60,

et ainsi de suite.

Comme le montrent les figures 2a, 2b et 2c, un bilan global sur les quatre phases fait apparaître une puissance instantanée qui peut être importante, à titre d'exemple 800 kW pour un tramway dans la chaîne de traction pour la phase 1, délivrée par le moyen de stockage et l'alimentation très basse tension, tandis que la puissance moyenne sur toute la durée du trajet est nettement plus faible, à titre d'exemple de 150 kW, correspondant à celle du moyen d'alimentation très basse tension. La phase 3 correspond à l'énergie récupérée par le freinage à une puissance relativement importante, environ 400 kW récupérée par le moyen de stockage depuis la chaîne de traction.

La puissance moyenne délivrée par le moyen d'alimentation électrique 10 à très basse tension est à titre d'exemple à une tension de + 48V et -48V continu sur chacun des rails d'alimentation.

Le système d'alimentation selon l'invention fonctionne donc d'une façon générale comme suit :

- pendant les phases où la chaîne de traction ne demande pas d'énergie électrique, le moyen d'alimentation électrique embarqué 80 recharge le moyen de stockage 60 jusqu'à concurrence de sa capacité maximale,

- pendant les phases où la chaîne de traction demande de l'énergie électrique, le moyen d'alimentation électrique embarqué 80 puisera l'énergie nécessaire principalement dans le moyen de stockage 60.

Le moyen de stockage est dimensionné de façon à pouvoir couvrir la demande en énergie de la chaîne de traction qui est la plus importante, à savoir un démarrage suivi d'une pente à monter.

5 Pendant le déroulement des phases successives, le moyen d'alimentation à très basse tension 10 fournit une puissance sensiblement constante. Cette puissance peut même devenir nulle si le véhicule est à l'arrêt et, abstraction faite des auxiliaires (éclairage, chauffage, climatisation) également alimentés par le moyen d'alimentation à très basse tension 10, si le moyen de stockage a atteint  
10 sa capacité maximale.

On a décrit précédemment une configuration de captage électrique illustrée par la figure 1, mais ce captage peut être effectué selon d'autres configurations.

Selon l'une de ces configurations non illustrée sur les figures, le  
15 rail d'alimentation électrique 41 est confondu avec au moins un des deux rails de roulement 21 ou 22 de la voie ferrée, tandis que le rail d'alimentation électrique 42 est distinct de ces rails. Cette configuration, dite à troisième rail, nécessite un rail supplémentaire parallèle audits rails de roulement mais présente l'avantage d'être  
20 compatible avec les véhicules ferroviaires traditionnels conçus pour court-circuiter sur leur passage les rails de roulement sur lesquels ils circulent. Cette configuration est aussi compatible avec les circuits de voie traditionnels.

Selon une autre configuration non représentée sur les figures, les  
25 rails d'alimentation électriques 41 et 42 sont confondus avec les rails de roulement 21 et 22 de la voie. Cette configuration, dite à deux rails, économise la pose de deux rails parallèles pour l'alimentation électrique. Mais dans ce cas, le véhicule ferroviaire ne doit pas mettre lesdits rails en court-circuit, comme c'est le cas habituellement, car cela  
30 reviendrait à mettre le moyen d'alimentation à très basse tension en court-circuit.

Selon une autre configuration, il n'y a pas de rails de roulement mais seulement des rails d'alimentation électrique 41, 42. Cette configuration, dite également à 2 rails, convient aux véhicules  
35 électriques sur pneus tels les trolleybus et bus électriques. En outre, du fait de l'utilisation de très basse tension électrique, les rails

d'alimentation électrique peuvent être avantageusement contigus de façon à minimiser les ouvrages de génie civil nécessaires.

Un des avantages du système selon l'invention est qu'il permet de s'affranchir des lignes aériennes de contact tout en optimisant l'efficacité énergétique puisque la récupération d'énergie s'effectue à bord de chaque véhicule, indépendamment des autres véhicules circulant sur la voie. Il en découle que le moyen d'alimentation à très basse tension est de puissance relativement faible et d'encombrement réduit par rapport aux postes d'alimentation traditionnels d'une puissance de l'ordre du mégawatt.

Il en résulte que l'on peut concevoir une ligne de transport urbain alimentée par des postes d'alimentation à très basse tension répartis le long de la voie et pouvant être intégrés aux stations d'arrêt en raison de leur puissance relativement modeste, qui est de l'ordre de quelques dizaines de kW.

La figure 3 illustre ainsi une ligne de transport urbain comprenant des moyens ou postes d'alimentation à très basse tension ( $10_n$ ,  $10_{n+1}$ , etc.) intégrés aux stations d'arrêt ( $N$ ,  $N+1$ , etc.) le long de la voie. Selon la figure 3, le moyen d'alimentation à très basse tension de la station  $N$  noté  $10_n$  alimente le moyen d'alimentation électrique embarqué 80 du véhicule 30 quittant la station  $N$  pour rejoindre la station  $N+1$ , pour les phases 1 et 2, tandis que le moyen d'alimentation à très basse tension de la station  $N+1$  noté  $10_{n+1}$  alimente le moyen d'alimentation électrique 80 pour les phases 3 et 4. Cette configuration minimise les pertes par effet joule. En effet, le véhicule est en principe à vitesse maximale au milieu de deux stations à la distance maximale de ces dernières et en condition de consommation d'énergie réduite. Par ailleurs, selon le profil de la voie, il reste possible d'ajouter des moyens d'alimentation entre les stations d'arrêt si nécessaire.

Le système selon l'invention permettrait ainsi de faire l'économie des postes de redressement traditionnels d'une puissance de l'ordre du mégawatt pour les remplacer par des moyens d'alimentation à très basse tension, certes plus nombreux, mais beaucoup plus modestes en puissance, taille et coût.

A titre d'exemple, un transformateur triphasé de 50kVA/48VDC avec ponts redresseurs et protections occupe un volume inférieur à

quelques mètres cube tandis qu'un poste de redressement traditionnel occupe un volume de plusieurs centaines de mètres cubes.

Ces moyens d'alimentation pourraient, à titre d'exemple, avantageusement être disposés sous la voie ou sous la surface occupée par chaque station optimisant ainsi la surface occupée par lesdits moyens d'alimentation.

La figure 4 est une vue schématique d'un schéma de circuit du moyen d'alimentation électrique embarquée 80 sur un véhicule 30 à traction électrique. Ce moyen d'alimentation qui est délimité par un cadre en traits mixtes, est relié aux rails d'alimentation à très basse tension 41, 42 via les collecteurs respectifs d'énergie électrique 51, 52, aux moyens de stockage d'énergie 60 et à la chaîne de traction 70.

Lesdits moyens de stockage 60 comportent des éléments super ou hyper-condensateurs SC 61 et éventuellement un groupe de batteries BAT 62.

Au niveau du moyen de stockage, l'intérêt d'associer un groupe de batteries 62 au groupe de supercondensateurs 61 est d'optimiser la taille du groupe de supercondensateurs tout en facilitant la circulation du véhicule dans des zones ponctuelles d'autonomie partielle, tels que des carrefours ou des déviations ou sur des trajets à fortes pentes montantes.

La chaîne de traction 70 comporte un moteur électrique 71 d'entraînement du véhicule, par exemple un moteur asynchrone triphasé MAS-3~ et un onduleur d'alimentation de moteur 72.

La position des collecteurs d'énergie électrique 51, 52 sur les rails 41, 42 est commandée par un dispositif de positionnement des collecteurs 53 comme on le verra dans la suite du texte.

Le moyen d'alimentation électrique embarqué 80 comporte essentiellement :

- un premier convertisseur de tension électrique 81 continu/continu permettant d'élever la très basse tension continu 48V du courant prélevé par les collecteurs 51, 52 à une tension de 400 V continu, au niveau d'un bus d'alimentation commun 82. Sur le bus de tension 400V continu est connecté un condensateur 86 chargé de maintenir la tension à peu près constante lors des transitoires de commutation des convertisseurs statiques ;

- un second convertisseur de tension électrique 83 continu/continu relié aux batteries 62 et au bus et transmettant l'alimentation électrique des batteries 62, au niveau du bus d'alimentation commun 82,
- 5 - un troisième convertisseur de tension électrique réversible 84 continu/continu adapté aux supercondensateurs 61 travaillant dans la plage de tension 400V à 800V et délivrant l'alimentation électrique des supercondensateurs 61 sur le bus 82, et sa recharge depuis le bus 82 selon les phases de fonctionnement, et ;
- 10 - un calculateur principal de gestion de l'énergie 85 gérant le fonctionnement du véhicule en marche, la vitesse, le freinage, l'arrêt, etc. Le calculateur principal est relié à des calculateurs secondaires, non représentés, respectivement, un calculateur des supercondensateurs 61, un calculateur des batteries 62, un
- 15 calculateur de la chaîne de traction 70, un calculateur du dispositif de captage 51, 52, 53 ces calculateurs étant plus spécifiquement attachés à la gestion propre de ces éléments auxquels ils sont reliés.

Le moyen d'alimentation électrique embarquée 80 comporte en outre un dispositif de décharge (non représenté) des

20 supercondensateurs 61 et du condensateur 86 pour la mise en sécurité de l'alimentation lors des interventions de maintenance par exemple.

Le moyen d'alimentation électrique embarqué 80 comporte enfin un dispositif chargeur de batteries (non représenté) alimenté directement par le dispositif de captage et assurant la recharge sélective

25 des batteries 62 suivant le pilotage du calculateur batteries.

#### LE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE LA FIGURE 4 EST A PRESENT DÉCRIT

Les supercondensateurs étant supposés initialement déchargés,

30 le dispositif de positionnement 53 pilote la mise en place des collecteurs 51, 52 sur les rails d'alimentation 41, 42. Ensuite, le calculateur principal pilote les convertisseurs 81 et 84 afin de charger les supercondensateurs 61 jusqu'à concurrence de leur capacité maximum. Le calculateur principal 85 détermine par mesure périodiquement la

35 position x du véhicule pour calculer la distance entre le véhicule 30 et le moyen d'alimentation 10 le plus proche et à partir de cette information, le calculateur 85 pilote le premier convertisseur 81 en vue

d'optimiser le prélèvement de courant, par exemple en diminuant son intensité s'il est éloigné du moyen d'alimentation à très basse tension 10 et en l'augmentant à l'approche du véhicule d'un prochain moyen d'alimentation à très basse tension de manière à limiter les pertes en ligne par effet Joule.

Le chargement des supercondensateurs étant réalisé, en fonction de la consigne de pilotage du véhicule fournie par le calculateur principal et donc du besoin en courant de la chaîne de traction 70, dans les diverses séquences de roulement du véhicule, le calculateur principal 85 commandera la décharge des supercondensateurs 61 sur le bus 82 pour la phase de démarrage notamment, sur une durée relativement courte (10 à 20 secondes), pour permettre l'admission d'une énergie importante à la chaîne de traction 70 pendant cette durée.

La phase de roulement à plat du véhicule pourra être effectuée par l'alimentation directe de la chaîne de traction 70 par les rails d'alimentation très basse tension 41, 42 sans l'intervention des batteries ni des supercondensateurs, tandis qu'une recharge variable de ces derniers peut être autorisée selon les consignes de leur calculateur propre et du calculateur principal 85.

La phase de décélération du véhicule est pilotée par le calculateur principal 85 qui commande le freinage du véhicule par commutation en génératrice du moteur asynchrone 71. Ceci permet lors du freinage la récupération dans les supercondensateurs 61 du courant induit important fourni par le moteur 71 commuté en génératrice, les supercondensateurs étant capables de stocker cette énergie. Cette procédure est réalisée par commutation en génératrice du moteur asynchrone 71, inversion du sens du courant dans l'onduleur 72 et par inversion du sens du courant dans le convertisseur 84 d'interface avec les supercondensateurs 61, sous le contrôle du calculateur principal 85.

Lors d'une phase de roulement sur une pente montante, le véhicule peut continuer à être alimenté plus particulièrement par les batteries 62, sous la consigne du calculateur principal 85, lesquelles permettent d'admettre un surcroît d'énergie à l'énergie des supercondensateurs 61 et à l'énergie de prélèvement des rails, 41, 42 de relativement longue durée et avec une capacité globale importante sans



pour autant avoir un dimensionnement des supercondensateurs qui soit excessif.

La phase d'arrêt du véhicule, par exemple à une station d'arrêt et à proximité d'un moyen d'alimentation très basse tension 10 de la station N, correspondant à une phase d'alimentation nulle de la chaîne de traction 70, permettra de recharger au maximum les supercondensateurs 61 avec un courant maximal puisqu'au plus près de sa source.

A titre d'exemple pour un tramway équipé d'un moteur de 800 kW de puissance, on pourra utiliser un moyen de stockage 60 constitué de quinze batteries au Cd/Ni de 24 Volts/136 Ah d'une capacité totale de 50 kWh pour un poids de 1000kg et combiné à un supercondensateur d'une capacité totale de 50F/1000V et utilisé à moitié de sa capacité totale de  $25.10^6$ J et dont la masse totale est d'environ 3000 kg. Cette masse est faible relativement à la masse totale du véhicule qui est de 80 tonnes environ.

L'invention peut être également appliquée aux véhicules à traction électrique à pneus tels que trolley bus ou bus électriques. Cette application est illustrée par les figures 5a et 5b.

Sur la figure 5a, le véhicule 30' sur pneus 31' porte à sa partie inférieure deux collecteurs 51', 52' qui chevauchent un rail de guidage non conducteur 23 fixé sur la voie 20'. Ce dernier est pourvu de deux faces latérales extérieures sur lesquelles sont fixées deux rails d'alimentation électrique 41', 42' à très basse tension. Les collecteurs d'énergie électrique 51', 52' sont mobiles transversalement sous le véhicule (selon flèches) et leur déplacement relativement à la position centrale permet ainsi un autoguidage du véhicule sur la voie 20'. Ils sont en outre escamotables latéralement selon flèches, s'effaçant sur un obstacle ou dans une zone hors alimentation très basse tension, en autonomie provisoire ou débatement provisoire.

Sur la figure 5b, le véhicule 30'' à pneus 31'' porte à sa partie inférieure deux collecteurs 51'', 52'' qui viennent en contact avec les rails d'alimentation électrique 41'', 42'' disposés à l'intérieur d'un support non conducteur 24 placé sous la voie 20'' et comportant une évacuation de l'eau de pluie (non représentée). Ces collecteurs s'escamotent sur un obstacle et sont également mobiles transversalement avec autoguidage du véhicule.

Si les rails 41" et 42" sont rendus non accessibles à la main, il est possible d'utiliser une très basse tension, de 48 V et - 48 V, voire davantage par rapport à la terre, ce qui équivaut à une tension d'alimentation de 96V donnant deux fois plus de puissance que le +24v et -24V.

On donnera à présent un exemple pratique de réalisation du système d'alimentation selon l'invention dans le cas particulier d'un autobus électrique d'une capacité de 50 places, de PTAC 13 tonnes. La chaîne de traction est équipée d'un moteur asynchrone 400V d'une puissance de 120kW. On considèrera une condition de conduite dans laquelle la phase de démarrage jusqu'à 50km/h est suivie d'un dénivelé de pente 10m sur 500m de trajet à pleine charge, ce qui demande une énergie de 3Mjoules.

A cet effet, le moyen de stockage est réalisé par l'assemblage de 2 fois 24 modules EPCOS UltraCap 150F/42V constituant un supercondensateur de 12,5F/1000V travaillant pour des raisons pratiques dans la plage de tension 400V à 800V. Bien qu'ayant une capacité théorique de 6,25Mjoules le supercondensateur est utilisé pour 3Mjoules c'est à dire à 50% de sa capacité théorique. Il occupe une surface de 5 m<sup>2</sup>, un volume inférieur à 2m<sup>3</sup> et représente une masse de 768 kg soit 6% du poids total du véhicule.

Les puissances installées aux stations sont adaptées à la nature des tronçons rencontrés entre les stations. Elles sont de l'ordre de 50kVA.

En conclusion, le système d'alimentation selon l'invention peut être appliqué avec succès à différents types de véhicules à traction électrique, notamment aux véhicules de transport en commun, sur rails ou sur pneus.

Il permet de concevoir une ligne de transport urbain ayant les avantages importants suivants :

- pas d'émission de CO<sub>2</sub> ni de pollution atmosphérique urbaine,
- pas de pollution visuelle,
- une efficacité énergétique portée à son maximum théorique, la récupération d'énergie étant faite à bord du véhicule,
- un coût énergétique moindre que le bus diesel ou électrique à batteries,
- un coût d'infrastructure de génie civil allégé,

- un coût d'infrastructure de l'alimentation électrique allégé,
- une optimisation de la surface au sol, car il n'y a plus besoin de recourir à des emplacements spécifiques pour installer des postes de redressement traditionnels de forte puissance.

## REVENDICATIONS

1. Système d'alimentation en énergie électrique à très basse tension pour au moins un véhicule à traction électrique (30) circulant sur une voie (20) et comprenant :

5                   - des roues (31) reliées audit véhicule et roulant sur ladite voie (20), et

                  - au moins une chaîne de traction (70) dudit véhicule agissant sur les roues (31) et comprenant de façon connue en soi au moins un moteur électrique et sa commande,

10                   ledit système étant caractérisé en ce qu'il comprend :

                  - au moins un moyen d'alimentation électrique à très basse tension (10) installé à proximité immédiate de la voie (20),

                  - deux rails d'alimentation électrique (41, 42) ou éléments d'alimentation électrique analogues, parallèles entre eux, contigus ou  
15                   distants, dont un premier (41) est relié à une borne (11) dudit moyen d'alimentation électrique (10) et le deuxième (42) est relié à une autre borne (12) dudit moyen d'alimentation électrique (10),

                  - au moins un premier moyen collecteur d'énergie électrique (51) embarqué dans le véhicule et placé en contact mobile avec ledit  
20                   premier rail (41),

                  - au moins un second moyen collecteur d'énergie électrique (52) également embarqué dans le véhicule et placé en contact mobile avec ledit second rail (42),

                  - au moins un moyen de stockage d'énergie électrique (60) embarqué dans le véhicule, et

                  - au moins un moyen d'alimentation électrique embarqué (80) qui est reliée audits moyens collecteurs d'énergie électrique (51, 52), et qui est connectée d'une part audit moyen de stockage (60) et d'autre part à ladite chaîne de traction (70),

30                   en sorte que ledit moyen d'alimentation électrique à très basse tension (10) alimente ledit moyen d'alimentation électrique embarqué (80), celui-ci alimentant à son tour ledit moyen de stockage (60) afin qu'il emmagasine de l'énergie électrique, jusqu'à concurrence de sa capacité, dans les phases successives suivantes :

35                   a) pendant la phase de course sur l'erre sur du plat où la puissance demandée par la chaîne de traction (70) est modeste voire nulle,

b) pendant la phase de freinage où il y a en outre une récupération d'énergie électrique à partir de la chaîne de traction (70),

c) et pendant la phase d'arrêt où la puissance demandée par la chaîne de traction (70) est nulle,

5           ledit moyen d'alimentation électrique embarqué (80) utilisant en plus de l'énergie prélevée sur le moyen d'alimentation à très basse tension (10) l'énergie électrique qui a été emmagasinée lors desdites phases (a, b, c) dans ledit moyen de stockage (60) pour alimenter la chaîne de traction (70) pendant la phase de démarrage ou  
10           lors d'une pente à monter où la puissance demandée par la chaîne de traction est relativement importante, ou dans une erre hors alimentation très basse tension, et l'énergie du moyen d'alimentation très basse tension (10) dans les autres phases de déplacement.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit  
15           moyen d'alimentation à très basse tension (10) est constitué par plusieurs moyens d'alimentation à très basse tension ( $10_n$ ,  $10_{n+1}$ ,...) installées le long de la voie (20), soit entre les rails, soit à proximité immédiate, indépendantes ou reliées entre elles.

3. Système selon l'une quelconque des revendications  
20           précédentes, caractérisé en ce que la tension délivrée par le moyen d'alimentation électrique (10) est de 48 Volts continus, l'un des rails (41) d'alimentation étant à + 24 V et l'autre (42) à - 24 V.

4. Système selon l'une quelconque des revendications  
25           précédentes, caractérisé en ce que ledit moyen de stockage (60) comprends des hyper-condensateurs (61) combinés éventuellement à des batteries (62), et est dimensionné de façon à couvrir la demande la plus importante en énergie de la chaîne de traction (70), à savoir un démarrage du véhicule suivi d'une pente à monter, et éventuellement un roulement en autonomie partielle.

30           5. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moyen d'alimentation électrique embarqué (80) comporte au moins un dispositif calculateur (85) pilotant la distribution d'énergie du moyen de stockage (60) à la chaîne de traction (70), et notamment la recharge des hyper-condensateurs (61), leur décharge  
35           sélective pour alimenter la chaîne de traction (70) en fonction de la demande d'énergie, des séquences de roulement et des pertes en ligne, et la récupération d'énergie de freinage du véhicule par le moyen de

stockage (60) depuis le moteur de la chaîne de traction (70) commuté en génératrice.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le moyen d'alimentation électrique embarqué (80) comporte :

- 5 - un premier convertisseur de tension électrique (81) continu/continu permettant d'élever la très basse tension continu 48V du courant prélevé par les collecteurs (51, 52) à une tension de 400 V continu, au niveau d'un bus d'alimentation commun (82);
- 10 - un second convertisseur de tension électrique (83) continu/continu relié aux batteries (62) et au bus (82) et transmettant l'alimentation électrique des batteries (62) au niveau du bus d'alimentation commun (82),
- 15 - un troisième convertisseur de tension électrique réversible (84) continu/continu adapté aux supercondensateurs (61) travaillant dans la plage de tension 400V à 800V et délivrant l'alimentation électrique du supercondensateur (61) sur le bus (82) et sa recharge depuis le bus (82) selon les phases de fonctionnement ;
- 20 - un calculateur principal de gestion de l'énergie 85 gérant le fonctionnement du véhicule (30) en marche, la vitesse, le freinage, l'arrêt, le calculateur principal (85) étant relié à des calculateurs secondaires, respectivement, un calculateur des supercondensateurs (61), un calculateur des batteries (62), un calculateur de la chaîne de traction (70), un calculateur du dispositif de captage (51, 52, 53), ces calculateurs étant plus spécifiquement attachés à la gestion propre
- 25 de ces éléments auxquels ils sont reliés.
- un dispositif de décharge de sécurité pour la mise en sécurité du moyen d'alimentation électrique embarqué lors des interventions de maintenance, et
- 30 - un dispositif chargeur de batteries alimenté directement par le dispositif de captage (51, 52, 53) et assurant la recharge sélective des batteries (62) suivant le pilotage du calculateur batteries.

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que le calculateur principal (85) détermine par mesure périodiquement la position x du véhicule pour calculer la distance entre le véhicule (30) et le moyen d'alimentation (10) le plus proche et à partir de cette

35 information, le calculateur (85) pilote le premier convertisseur (81) en vue d'optimiser le prélèvement de courant, par exemple, en diminuant

son intensité s'il est éloigné du moyen d'alimentation à très basse tension (10) et en l'augmentant à l'approche du véhicule d'un prochain moyen d'alimentation à très basse tension de manière à limiter les pertes en ligne par effet Joule.

5           8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit véhicule (30) est un véhicule ferroviaire circulant sur une voie ferrée (20) dont les rails de roulement (21, 22) peuvent être confondus, l'un au moins, avec les rails d'alimentation (41, 42), ou sont distincts de ceux-ci.

10           9. Système selon l'une quelconque des revendications 1-7, caractérisé en ce que ledit véhicule est un véhicule à pneus (30', 30'') de type bus ou trolleybus, par exemple, et qui peut s'éloigner en débattement ou autonomie provisoire de sa voie (20', 20'').

15           10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moyens collecteurs d'énergie électrique (51', 52'; 51'', 52'') sont disposés sous le véhicule (30', 30''), étant mobiles transversalement pour accompagner le véhicule (30', 30'') sur la voie (20', 20'') et le guider, et susceptibles de s'escamoter sur un obstacle ou hors des rails d'alimentation (41', 42'' ; 41'', 42'').

20

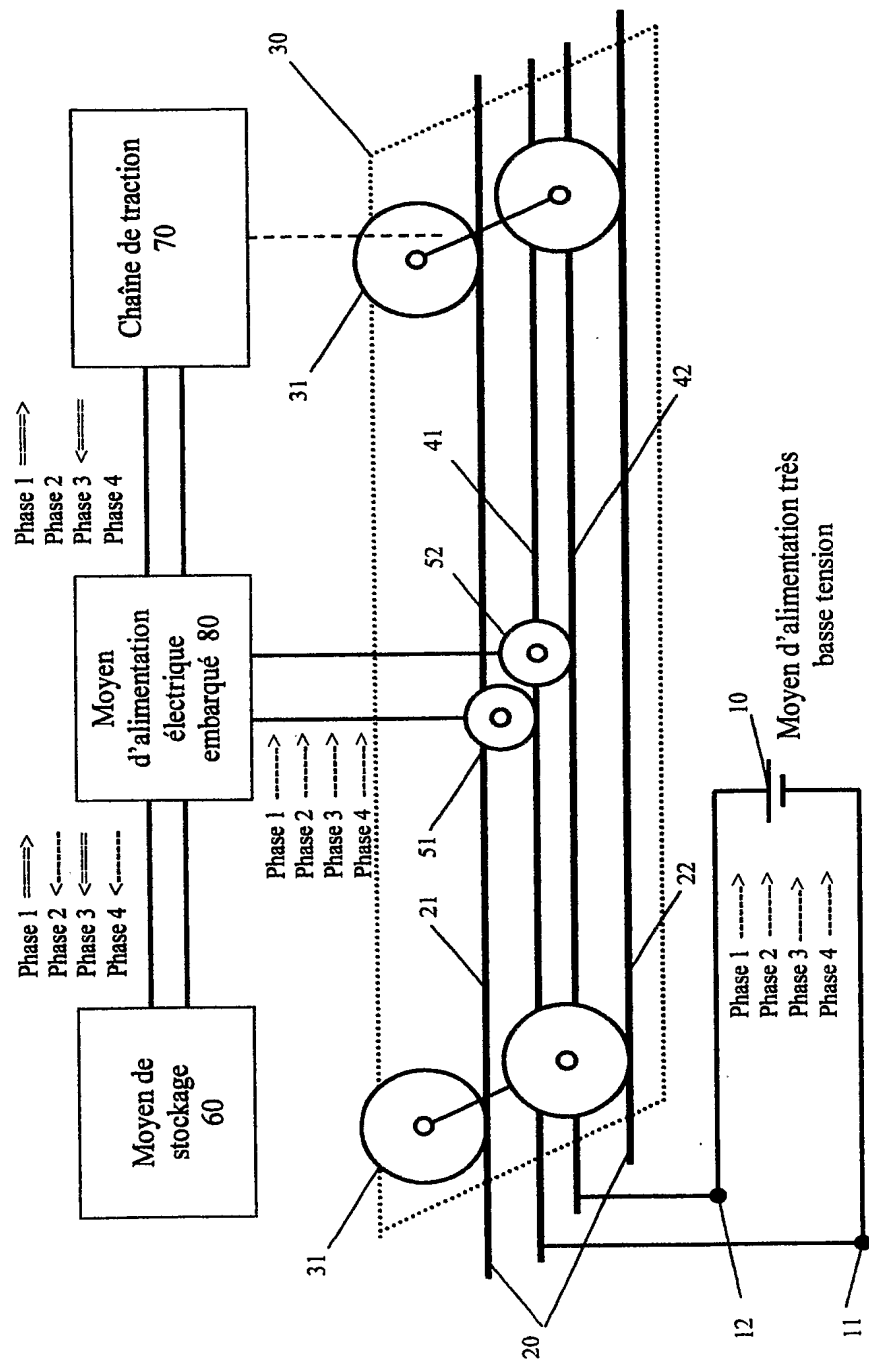


FIGURE 1



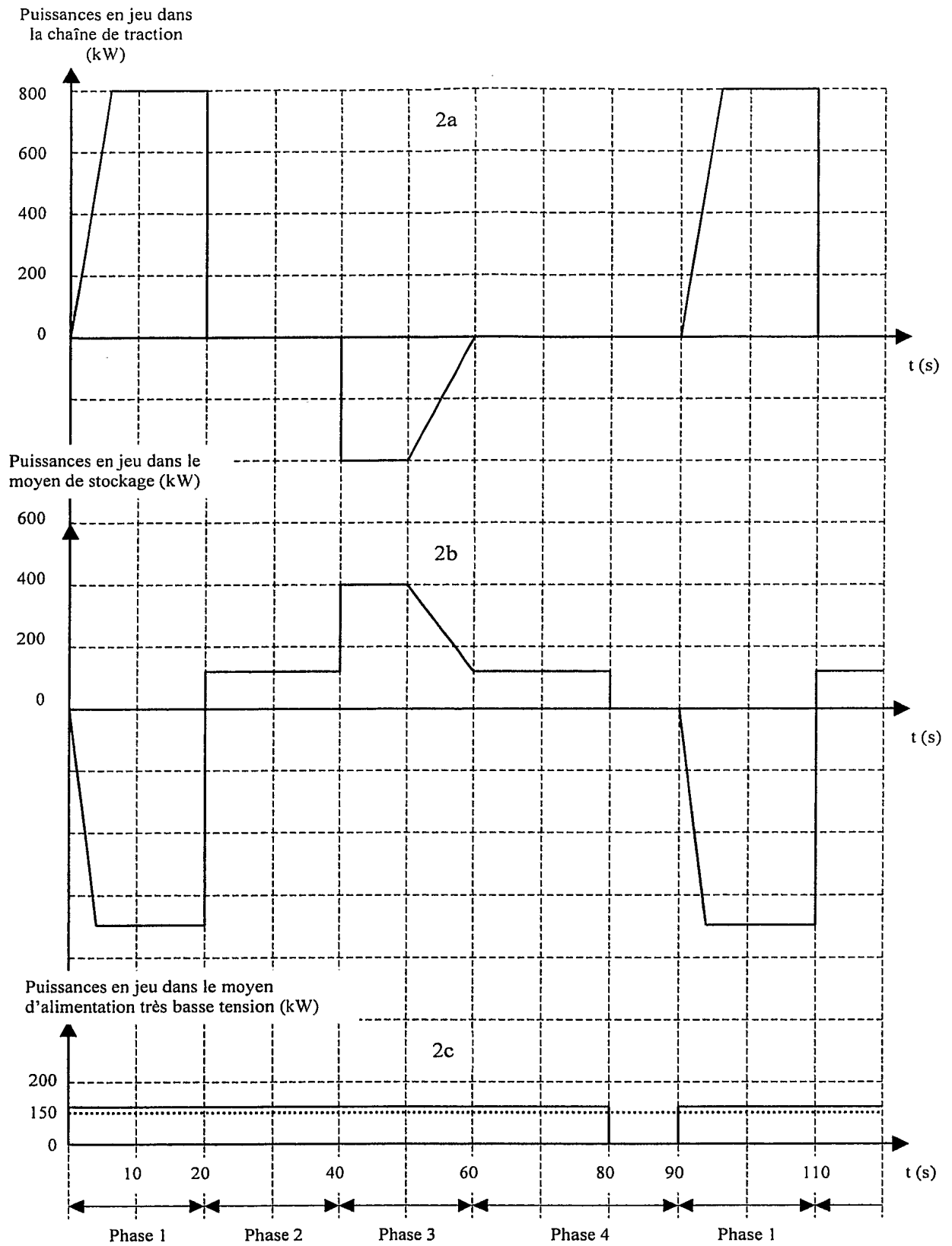


FIGURE 2

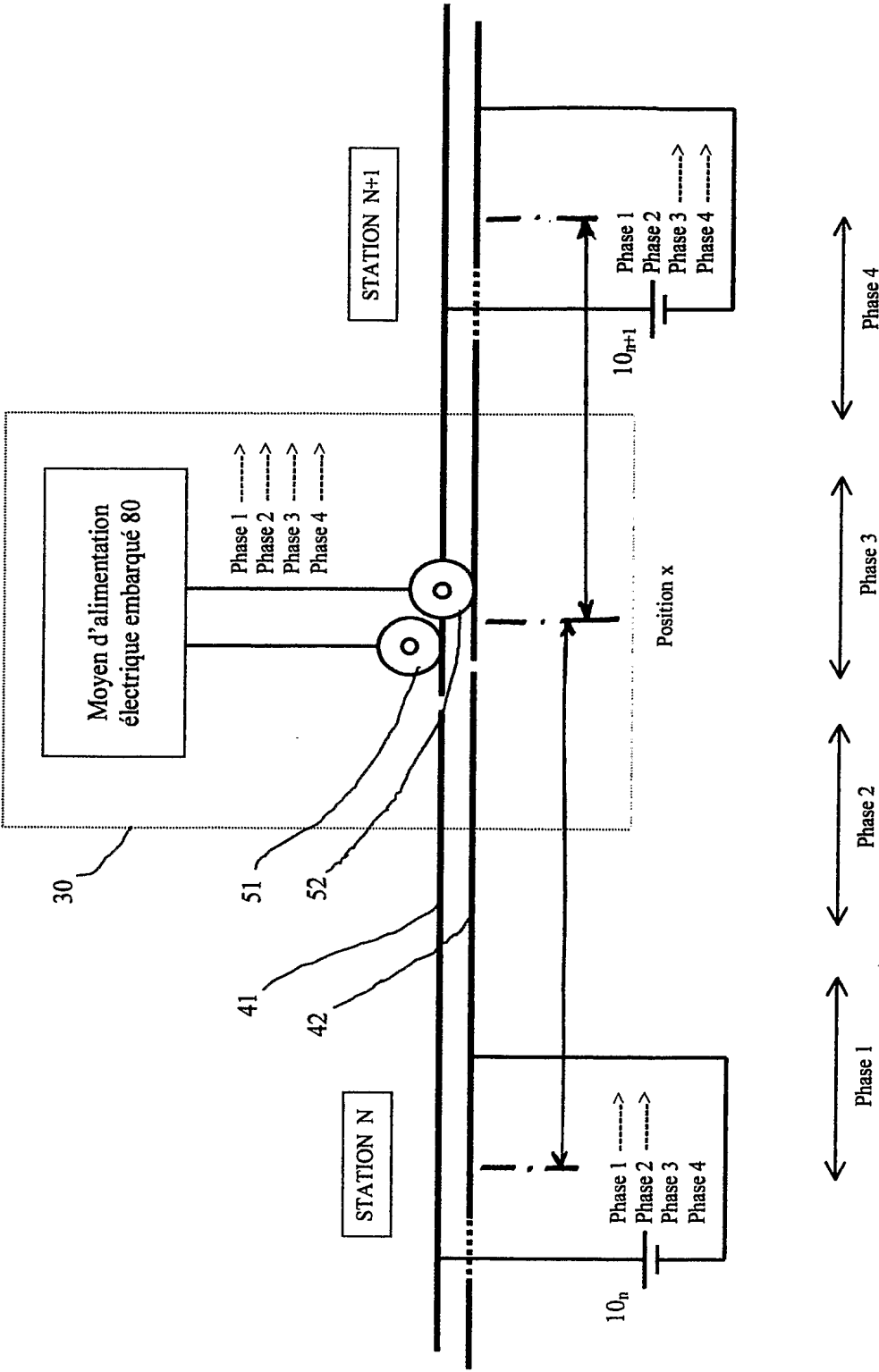
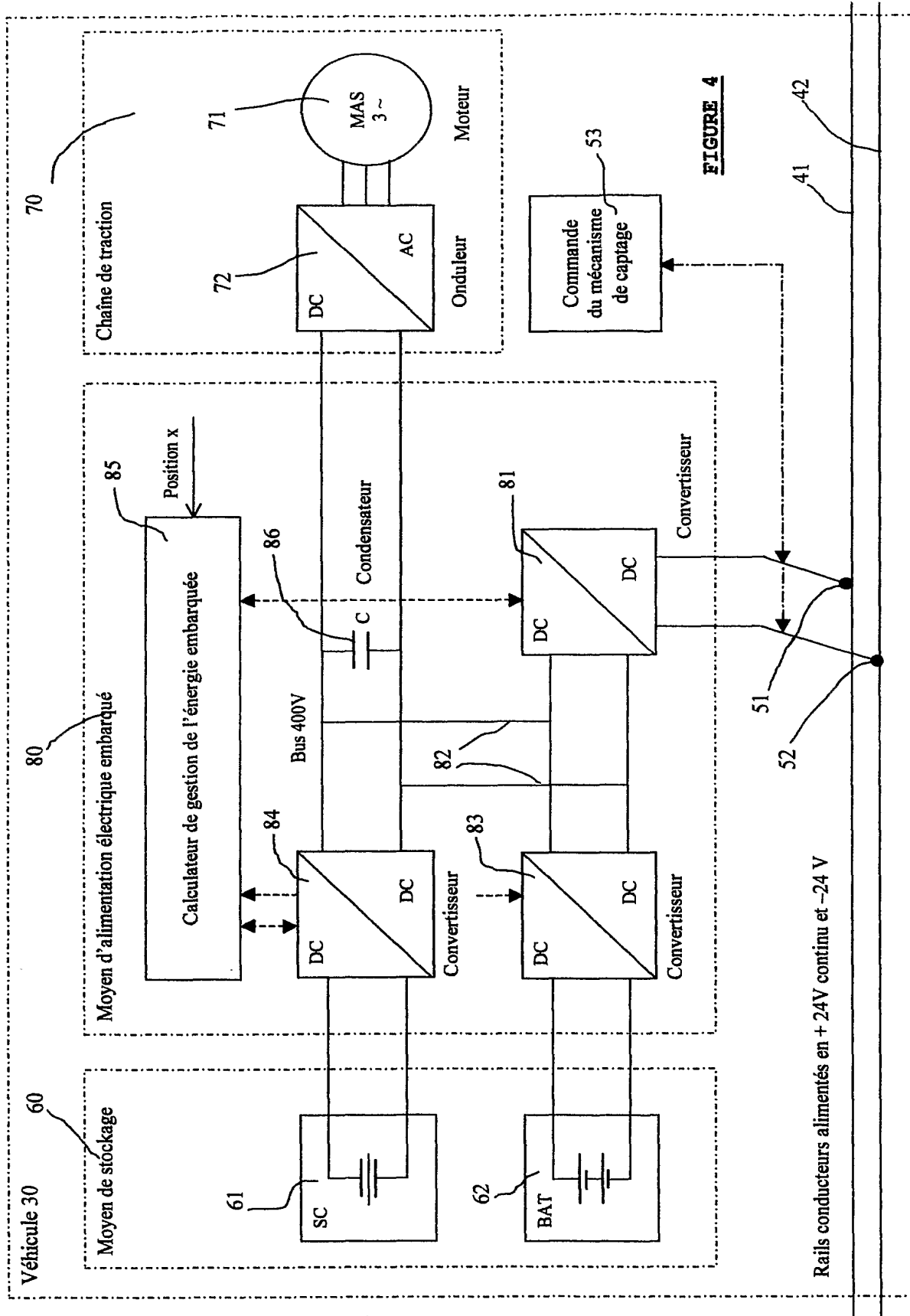
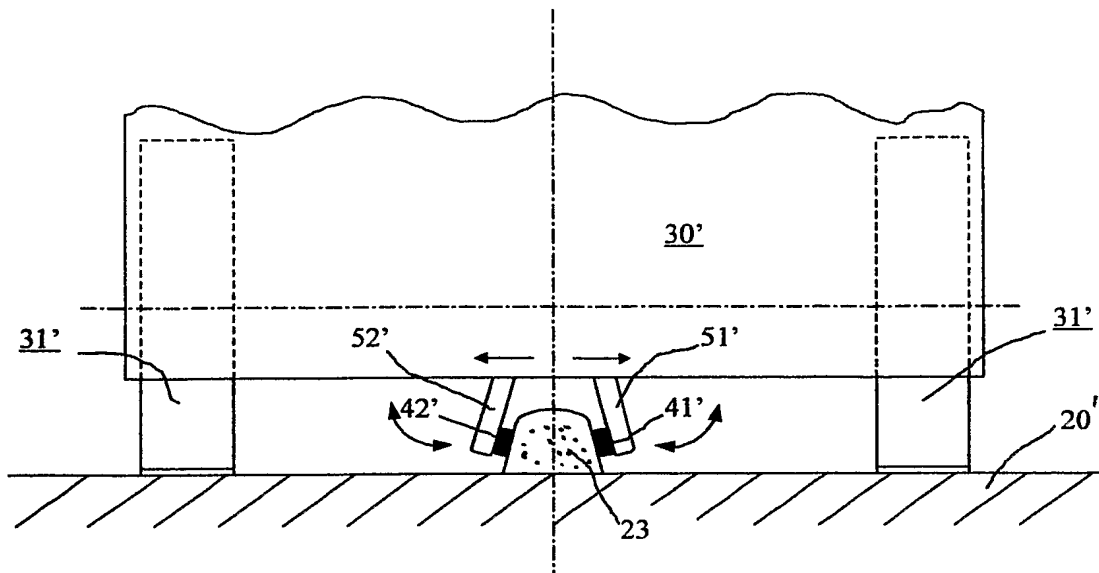
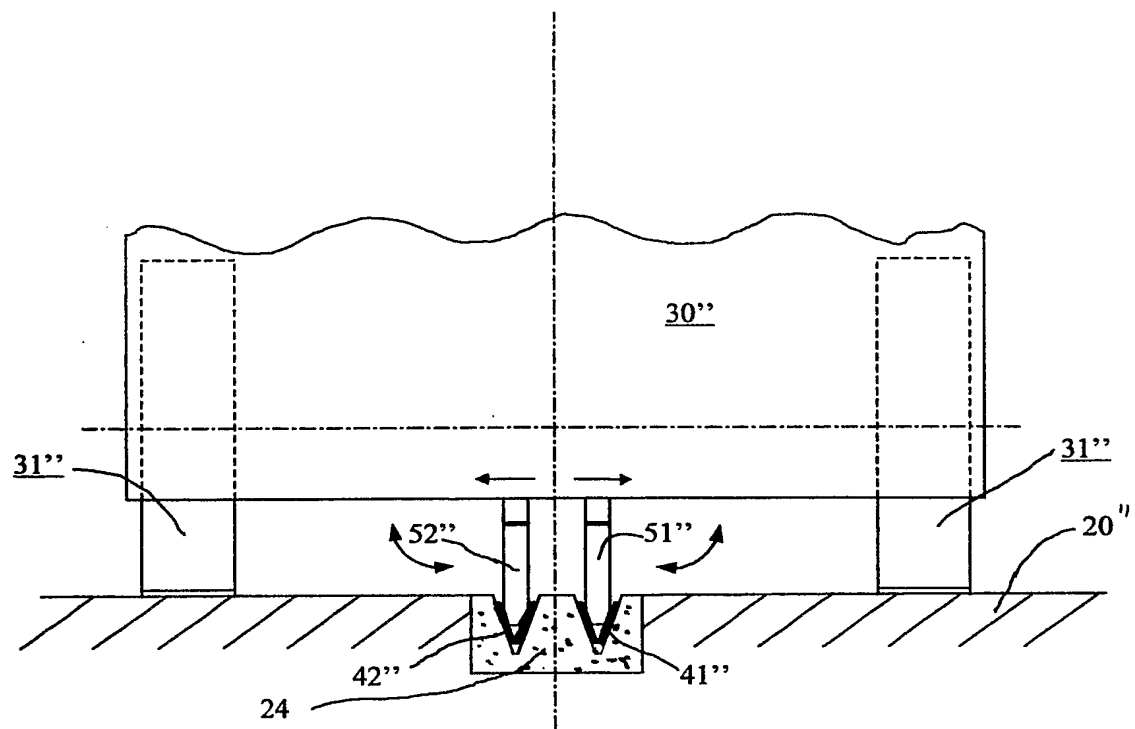


FIGURE 3





**FIGURE 5A**



**FIGURE 5B**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte al Application No  
PCT/FR2005/000422

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B60M3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B60M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y          | FR 2 825 666 A (ELECTRICITE DE FRANCE)<br>13 December 2002 (2002-12-13)<br>cited in the application<br>page 4, line 25 - page 6, line 10; figures 1-4b<br>page 22, line 20 - page 21, line 23 | 1-4,8-10              |
| Y          | US 3 637 956 A (BLACKMAN)<br>25 January 1972 (1972-01-25)<br>column 1, line 49 - column 2, line 14;<br>figures 1,8  | 1-4,8-10              |
| A          | US 6 250 442 B1 (PERRAUD ET AL.)<br>26 June 2001 (2001-06-26)<br>column 2, line 18 - column 2, line 36;<br>figures 1-3,5,9  | 1,8                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 June 2005

Date of mailing of the international search report

27/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bolder, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern Application No  
PCT/FR2005/000422

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| FR 2825666                                | A  | 13-12-2002          | FR 2825666 A1              | 13-12-2002          |
|   |    |                     | WO 02098699 A1             | 12-12-2002          |
| US 3637956                                | A  | 25-01-1972          | NONE                       |                     |
| US 6250442                                | B1 | 26-06-2001          | FR 2762810 A1              | 06-11-1998          |
|   |    |                     | AT 246103 T                | 15-08-2003          |
|   |    |                     | AU 6923798 A               | 24-11-1998          |
|   |    |                     | BR 9809016 A               | 01-08-2000          |
|   |    |                     | CA 2287988 A1              | 05-11-1998          |
|   |    |                     | DE 69816801 D1             | 04-09-2003          |
|   |    |                     | DE 69816801 T2             | 15-04-2004          |
|   |    |                     | DK 979176 T3               | 24-11-2003          |
|   |    |                     | EP 0979176 A1              | 16-02-2000          |
|   |    |                     | ES 2205473 T3              | 01-05-2004          |
|   |    |                     | WO 9849025 A1              | 05-11-1998          |
|   |    |                     | PT 979176 T                | 31-12-2003          |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem Internationale No  
PCT/FR2005/000422

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 B60M3/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 B60M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| Y           | FR 2 825 666 A (ELECTRICITE DE FRANCE)<br>13 décembre 2002 (2002-12-13)<br>cité dans la demande<br>page 4, ligne 25 - page 6, ligne 10;<br>figures 1-4b<br>page 22, ligne 20 - page 21, ligne 23 | 1-4,8-10                      |
| Y           | US 3 637 956 A (BLACKMAN)<br>25 janvier 1972 (1972-01-25)<br>colonne 1, ligne 49 - colonne 2, ligne 14;<br>figures 1,8   | 1-4,8-10                      |
| A           | US 6 250 442 B1 (PERRAUD ET AL.)<br>26 juin 2001 (2001-06-26)<br>colonne 2, ligne 18 - colonne 2, ligne 36;<br>figures 1-3,5,9   | 1,8                           |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 juin 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/06/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bolder, G

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2005/000422

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|----|------------------------|---|------------------------|
| FR 2825666                                      | A  | 13-12-2002             | FR 2825666 A1                           | 13-12-2002             |
|   |    |                        | WO 02098699 A1                          | 12-12-2002             |
| US 3637956                                      | A  | 25-01-1972             | AUCUN                                   |                        |
| US 6250442                                      | B1 | 26-06-2001             | FR 2762810 A1                           | 06-11-1998             |
|   |    |                        | AT 246103 T                             | 15-08-2003             |
|   |    |                        | AU 6923798 A                            | 24-11-1998             |
|   |    |                        | BR 9809016 A                            | 01-08-2000             |
|   |    |                        | CA 2287988 A1                           | 05-11-1998             |
|   |    |                        | DE 69816801 D1                          | 04-09-2003             |
|   |    |                        | DE 69816801 T2                          | 15-04-2004             |
|   |    |                        | DK 979176 T3                            | 24-11-2003             |
|   |    |                        | EP 0979176 A1                           | 16-02-2000             |
|   |    |                        | ES 2205473 T3                           | 01-05-2004             |
|   |    |                        | WO 9849025 A1                           | 05-11-1998             |
|   |    |                        | PT 979176 T                             | 31-12-2003             |